

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO – USF
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA CIVIL

RÔMULO LOPES MOREIRA

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA
DIMENSIONAMENTO DE VIGAS METÁLICAS ISOSTÁTICAS DE
ACORDO COM A NBR 8800/86

Itatiba SP, Brasil
Dezembro de 2004

RÔMULO LOPES MOREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA
DIMENSIONAMENTO DE VIGAS METÁLICAS ISOSTATICAS DE
ACORDO COM A NBR 8800/86**

**Monografia apresentada junto à Universidade São Francisco –
USF como parte dos requisitos para a aprovação na disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso.**

Área de concentração: Estruturas

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ BARTHOLOMEU

Itatiba SP, Brasil

Dezembro de 2004

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	iv
RESUMO	v
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Aplicações	1
2 METODOLOGIA	3
2.1 Generalidades	3
2.2 Métodos de dimensionamento	3
2.3 Tensão de escoamento do material	4
2.4 Condições de apoio e tipos de carregamento	4
2.5 Carregamentos e majorações	4
3 VERIFICAÇÕES	6
3.1 Tensões de flexão	6
3.2 Deslocamentos	6
3.3 Tensões de cisalhamento	7
3.4 Estabilidade lateral	8
3.1.1 Estabilidade lateral para terças em perfil de chapa dobrada	9
3.1.2 Estabilidade lateral em vigas de alma cheia	10
4 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO	12
4.1 Resultados	12
4.2 Perfis para terças em chapa dobrada	12
4.2.1 Dimensionamento da tensão e deslocamento	13
4.2.2 Verificação do esforço cortante	13
4.2.3 Verificação da estabilidade lateral	14
4.3 Perfil soldado “I” ou “U” duplamente simétricos	14
4.3.1 Dimensionamento da flexão e deslocamentos	15
4.3.2 Verificação do esforço cortante	16
4.3.3 Verificação da estabilidade lateral	16
5 TABELAS	17
6 EXEMPLOS DE DIMENSIONAMENTO	25
6.1 Entrada de dados	25

6.2 Escolha do perfil a ser utilizado	25
6.2.1 Perfil “U” enrijecido	26
6.2.2 Perfil “U” simples	27
6.2.3 Verificação da estabilidade lateral	28
6.2.4 Perfil “Z” simples	29
6.2.6 Perfil “Z” enrijecido	30
6.2.7 Perfil soldado tipo “I” e “H”	31
7 CONCLUSÃO	32
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Equação 3.1	6
Equação 3.2	7
Equação 3.3	8
Equação 3.4	9
Equação 3.5	9
Equação 3.6	10
Equação 3.7	10
Equação 3.8	11
Equação 3.9	11
4.1 Fluxograma dimensionamento a flexão e deformação	13
4.2 Fluxograma de verificação do esforço cortante	13
4.3 Fluxograma de verificação da estabilidade lateral	14
4.4 Fluxograma de verificação da flexão e deformação	15
4.5 Fluxograma de verificação da cortante	16
4.6 Fluxograma de verificação da estabilidade lateral	16
6.1 Tela de abertura do programa	25
6.2 Tela dimensionamento perfil “UE”	26
6.3 Tela dimensionamento perfil “U”	27
6.4 Lista de perfis que são estáveis lateralmente	28
6.5 Tela dimensionamento de terças tipo “Z”	29
6.6 Tela dimensionamento perfil “ZE”	30
6.7 Tela dimensionamento perfil soldado	31

LISTA DE TABELAS

3.1 Valores limites de deslocamento elástico, Segundo norma NBR14	7
5.1 Perfis “U” simples dobrados a frio	18
5.2 Perfis “U” enrijecido dobrados a frio	21
5.3 Perfis “Z” simples dobrados a frio	23

RESUMO

Há alguns anos com o advento da informática, obteve-se grandes progressos quanto à agilidade dos trabalhos na área da engenharia civil, esta pesquisa vem tentar colaborar mais um pouco com esse avanço. Trata-se da automação de algumas rotinas de dimensionamento de peças metálicas como, vigas e terças. O trabalho é baseado em procedimentos conhecidos, seguindo diretrizes da norma, e conceitos de informática adquiridos através de bibliografia. As rotinas serão criadas em planilhas do Excel de forma didática e simples, tendo o objetivo de agilizar as respostas, e possibilitar comparações para otimização do processo de cálculo.

Palavras-chave:

1 INTRODUÇÃO

1.1 GENERALIDADES

Todos sabem quanto é trabalhoso o dimensionamento de qualquer tipo de estrutura, e não seria diferente com peças metálicas, sendo necessária a resolução de algumas equações às quais resultam em valores que devem ser comparados a tabelas para que aproximem dos resultados teóricos e que tenha melhor performance para atender as solicitações impostas.

No entanto, nos dias de hoje a agilidade e otimização, são fatores imprescindíveis para um bom trabalho. E com esse intuito que está sendo realizado esta pesquisa.

O trabalho compreende a elaboração de planilhas em excel, que automatizem as rotinas de dimensionamento. Serão transportadas para as planilhas tabelas de perfis usuais encontrados no mercado, com isso a escolha do melhor perfil será feita automaticamente, através de rotinas que levam em consideração critérios, como por exemplo o menor peso, onde para esse fim, o usuário deverá preencher alguns campos da planilha.

Assim automaticamente se obterá a melhor performance para a situação exigida, e proporcionando ao usuário, fazer varias verificações com perfis de diferentes formas, em um curto espaço de tempo.

A planilha poderá ser usada em situações, para dimensionamento vigas soldadas bi-apoiadas, e terças, sendo considerado barras bi-apoiadas, isostaticas onde pode ser verificada a tensão, deslocamentos, cortante e estabilidade lateral do material, dentro de critérios que o usuário venha definir, como a relação de vão / flecha, o limite de escoamento do aço a ser empregado, e o comprimento destravado no plano lateral do perfil. Sempre seguindo as exigências da NBR-8800/86

1.2 APLICAÇÕES

Este trabalho destina-se a estudante de engenharia, arquitetos, engenheiros e projetistas de estrutura metálica. Dessa maneira, a ferramenta poder[á ser usada no pré-dimensionamento, ou verificações rápidas, para efeito de orçamento.

O ideal é que o calculista verifique outras solicitações para utilização do perfil, como por exemplo, o rasgamento de chapa no caso de espessuras finas, ou flambagem local da alma.

2 METODOLOGIA

2.1 GENERALIDADES

O desenvolvimento das planilhas será baseado em métodos encontrados na bibliografia, seguindo as prescrições da norma NBR-8800 de 1986, e o projeto de revisão da mesma norma de agosto/2003.

Serão verificadas condições como flexão, compressão, flecha admissível, cisalhamento, e estabilidade lateral, através de procedimentos conhecidos, conforme apresentado abaixo.

O programa é composto por módulos de dimensionamento, são eles:

- Perfis em chapa dobrada a frio
 - Terças em perfil “U”
 - Terças em perfil “U” enrijecido
 - Terças em perfil “Z”
 - Terças em perfil “Z” enrijecido
- Perfis soldados duplamente simétricos tipo “I” e “H”

Onde temos os perfis de chapa dobrada extraídos de tabelas. E o perfil composto que deve ter suas dimensões arbitradas pelo usuário.

2.2 METODOS DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento executado pelo programa, foi desenvolvido com base nas prescrições da norma NBR 8800/86 e pelo Projeto de revisão da norma NB-143, que trata de dimensionamento de estruturas de aço constituída por perfis formados a frio

A planilha não dimensiona peças submetidas a torção, flexão oblíqua, compressão normal, nem prevê enrijecedores. Também não considera balanço em vigas, e nem apoios tipo engaste.

As verificações das barras serão mostradas nos itens seguintes.

2.3 TENSÃO DE ESCOAMENTO DO MATERIAL

Os limites de escoamento do aço são definidos pelo usuário, de acordo com o material a ser empregado na estrutura.

Atualmente o controle de qualidade das usinas vem sendo cada vez maior permitindo se adquirir materiais com qualidade comprovada, por ensaios, cujos limites de escoamento podem até ser diferentes dos padrões conhecidos.

Já o módulo de elasticidade dos materiais são conhecidos para todos os tipos de aço empregados, já que segundo (Pfeil.2000), módulo de elasticidade “E” é praticamente igual para todos os tipos de aço, valendo 205.000 MPa.

Sendo que dentro do regime elástico as tensões no aço são proporcionais as deformações, essa relação é denominada Lei de Hooke.

2.4 CONDIÇÕES DE APOIO E TIPOS DE CARREGAMENTO

As planilhas são elaboradas para calcular os esforços atuantes de acordo com o carregamento e os comprimentos das barras impostos pelo usuário, sendo que, o vínculo de apoio, é sempre considerado em condição de apoio simples nas duas extremidades da barra.

Os carregamentos são sempre de forma uniformemente distribuído, ao longo de toda a barra. A planilha não admite barras em balanço.

2.5 CARREGAMENTOS E MAJORAÇÕES

A planilha possibilita a entrada de carregamentos de forma distinta, como carga permanente, sobrecarga, e carregamentos provenientes de vento de sucção no caso de dimensionamento de terças. A planilha não tem a opção de vento de pressão sobre a estrutura.

Para o dimensionamento de terças a planilha considera as majorações e combinações conforme a NBR 8800/86.

Combina-se os valores em permanente majorada em 1,3, mais sobrecarga majorada em 1.4. Em outra combinação a permanente é minorada em 0,9 e somada ao vento de sucção majorado em 1,3.

No caso de perfis soldados os carregamentos são majorados de acordo com coeficientes indicados pelo usuário, tendo em vista que na NBR 8800/86, os carregamentos são majorados em 1,3 a carga permanente e 1,4 a sobrecarga.

Assim neste caso o usuário pode arbitrar as majorações de carregamentos a favor da segurança de acordo com conhecimento de utilização da estrutura.

A planilha não calcula automaticamente o peso próprio do perfil a ser dimensionado, é preciso considera nos valores de carga permanente uma parcela que corresponde a esse peso.

Para o caso de terças a planilha não majora os carregamentos apenas combina as cargas permanente com sobrecarga, e permanente com vento.

3 VERIFICAÇÕES

Todas as verificações são realizadas de acordo com procedimentos usuais citados por vários autores.

As verificações são impostas pelo programa de forma que atenda as solicitações do usuário, conforme abaixo.

3.1 TENSÕES DE FLEXÃO

As tensões atuantes na barra, são dimensionadas com base nos dados de carregamento e majoração dos mesmos, utilizando-se o método do estado limite ultimo, onde se majora o carregamento e minora-se o escoamento do aço, a planilha busca um perfil que tenha modulo de resistência (w) maior do que o solicitado na barra.

A formulação apresentada na equação 3.1. é utilizada neste estagio

$$W_{\min} = \frac{Md}{f_y / 1,12} \quad \text{Eq. 3.1}$$

Onde:

W é o modulo de resistência

Md é o momento de calculo

Fy é o limite de escoamento do aço

3.2 DESLOCAMENTOS

Os deslocamentos são calculados através de valores atribuídos pelo usuário, é preciso definir a relação vão / flecha, e os carregamentos de sobrecarga, que segue as prescrições da norma NBR 8800/86, conforme tabela 3.1:

Tabela 3.1 Valores limites de Deslocamento elastico, Segundo norma NB14

Ações a Considerar				
Deslocamentos Verticais	Edifícios Industriais	Sobrecarga	Barras biapoiadas suportando elementos de cobertura inelásticos	vão / 240
		Sobrecarga	Barras biapoiadas suportando elementos de cobertura elásticos	vão / 180
		Sobrecarga	Barras biapoiadas suportando piso	vão / 360
	Outros Edifícios	Sobrecarga	Barras biapoiadas de pisos e coberturas, suportando construções e acabamentos sujeitos a fissuração	vão / 360
		Sobrecarga	Barras biapoiadas de pisos e coberturas, suportando construções e acabamentos não sujeitos a fissuração	vão / 300

FONTE – ESTRUTURAS DE AÇO – Walter Pfail (2000a, p.35)

A planilha calcula a inércia mínima recomendada ao perfil utilizando como valor de flecha limite, os valores extraídos da tabela 3.1 , através da equação 3.2.

$$\frac{384f}{5} \cdot \frac{E}{SC.L^4} = \frac{1}{I} \quad \text{Eq. 3.2}$$

Onde:

f é a flecha máxima admissível, conforme tabela 3.1

E é o modulo de elasticidade do material

SC são os carregamentos provenientes de sobrecarga

L é a distancia entre apoios

I é o momento de inércia

3.3 TENSÕES DE CISALHAMENTO

A verificação das tensões de cisalhamento é feita após escolhido o perfil, em que, verifica-se as tensões em função dos carregamentos já majorados, onde Vrd deve ser menor que Vd, conforme equação 3.3 :

$$V_{rd} = 0,6.A_w.\frac{f_y}{1,12} > V_d \quad \text{Eq. 3.3}$$

Onde:

V_{rd} = Cortante resistente da peça

A_w = Área da alma

F_y = Tensão de escoamento

V_d = Cortante de Cálculo

A equação 3.3 vale para vigas de alma cheia e também perfis de chapa dobrada.

3.4 Estabilidade Lateral

O efeito de estabilidade lateral, ou flambagem lateral, pode ser entendido a partir da flambagem por flexão de uma coluna, a aba superior do perfil e um pequeno trecho da alma, funcionam como uma coluna entre pontos de apoio lateral, podendo flambar em torno do eixo y (Pfeil – 2000). Como a mesa é tracionada é estabilizada pelas tensões de tração, ela dificulta o deslocamento lateral da mesa comprimida, de tal modo que o fenômeno se processa com torção da viga. Sob o efeito de torção as seções sofrem rotações acompanhadas de deformações longitudinais causando o empenamento.

Podemos melhorar a condição de vigas, travando-as com um outro elemento, diminuindo assim o vão destravado no plano mais crítico.

Este tipo de travamento pode ser considerado de várias formas. Podemos considerar que o perfil esteja contido lateralmente, através de uma laje que se apóia, ou uma chapa de piso que esta soldada junto a mesa superior do perfil, e em alguns casos, até mesmo a fixação de telhas em terça de cobertura.

No módulo de dimensionamento de terças, a planilha dá ao usuário duas opções para se evitar a estabilidade lateral. Quando o perfil é instável lateralmente ou se aumenta o número de tirantes (correntes) entre as terças, reduzindo assim o comprimento de flambagem do elemento no plano lateral, ou verificando qual perfil cumpre as verificações para aquele número de tirantes, então será exibida uma

planilha com a relação de todos os perfis que cumprem as verificações e são estáveis lateralmente, classificados pelo menor peso.

3.1.1 Estabilidade Lateral para Terças em Perfil de Chapa Dobrada

Para verificarmos a estabilidade lateral em terças de perfis dobrados consideramos a seguinte formulação equação 3.4.

$$M_{cr} = \left(\frac{\pi}{l} \right)^2 E.C_b \sqrt{I_y^2 \cdot \frac{d^2}{4}} \quad \text{Eq. 3.4}$$

Onde:

M_{cr} é o momento critico da peça

E é o modulo de elasticidade

I_y é o momento de inércia no eixo y

d é a altura do perfil

l é o comprimento de flambagem no eixo y

C_b é um coeficiente de equivalência de momentos então temos:

$C_b = 1,0$ Quando os momentos nas extremidades de um trecho forem equivalentes

$C_b = 1,75$ Quando os momentos nas extremidades de um trecho forem não equivalentes

De tal forma que para haver estabilidade lateral precisamos analisar a equação 3.5.

$$M_{rd} = \frac{M_{cr}}{1,12} > M_d \quad \text{Eq. 3.5}$$

Onde:

M_{rd} é o momento resistente da peça

M_{cr} é o momento critico da peça

M_d é o momento de calculo

3.1.2 Estabilidade Lateral em Vigas de Alma Cheia

Para a estabilidade lateral em vigas de alma cheia o conceito da flambagem é o mesmo descrito anteriormente.

A planilha considera que a viga a ser verificada, esteja biapoiada, e tenha momento fletor constante no plano da alma, que esteja contida de torção nos apoios, nesse caso encontramos o momento crítico através da equação 3.6.

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{EI_y GJ + \frac{\pi^2}{l^2} EI_y E C_w} \quad \text{Eq. 3.6}$$

Onde:

M_{cr} é momento crítico

l é comprimento da viga

I_y é momento de inércia em torno do eixo y

J é constante de torção pura (Saint-Venant) ou momento de inércia a torção

C_w é constante de empenamento

Para esse caso onde temos um perfil “I” duplamente simétrico, as constantes J e C_w são expressas nas equações Eq. 3.7 e Eq. 3.8.

$$J = \frac{1}{3} (2b_f t_f^3 + h_0 t_0^3) \quad \text{Eq. 3.7}$$

Onde:

J é constante de torção pura (Saint-Venant)

b_f é a largura da mesa do perfil

t_f é a espessura da mesa do perfil

h_0 é a altura da alma do perfil descontando as mesas

t_0 é a espessura da alma do perfil

$$C_w = (h - t_f)^2 \frac{I_y}{4} \quad \text{Eq. 3.8}$$

Onde:

C_w é constante de empenamento do perfil

h é a altura do perfil

t_f é a espessura da alma do perfil

I_y é o momento de inércia do perfil no eixo y

Para que a viga seja estável lateralmente é necessário que o momento de cálculo (M_d) seja menor que o momento resistente da viga ($M_{res.}$), de forma que para encontrarmos o momento resistente, minoramos o momento crítico (M_{cr}), conforme expressão abaixo.

$$M_d < M_{rd} = M_{cr} * 0,9 \quad \text{Eq. 3.9}$$

Onde:

M_d é o momento de cálculo

M_{rd} é o momento resistente da peça

M_{cr} é o momento crítico da peça

4 METODOS DE DIMENSIONAMENTO

4.1 RESULTADOS

Todos os Resultados das planilhas são expressos em unidades de (daN) e cm.

A escolha do melhor perfil é em função do menor peso, classificando os perfis das tabela, de forma que cabe ao calculista classificar se vai utilizar o perfil ou não, de acordo com a espessura da chapa. A NBR 8800/86 não garante perfis de chapa com espessura inferior a 3,0mm.

4.2 PERFIS PARA TERÇA EM CHAPA DOBRADA

O programa dá ao usuário a opção de dimensionar terças em quatro tipos de perfis diferentes, são eles o perfil “U” simples, o “U” enrijecido, o Perfil “Z”, e o “Z” enrijecido, proporcionando a comparação dos resultados.

Para dimensionamento de terças temos que alimentar a planilha com os seguintes dados:

- Carregamentos

Vento de sucção	-	V	(daN/m ²)
Sobrecarga	-	SC	(daN/m ²)
Carga Permanente	-	CP	(daN/m ²)
- Espaçamento entre as Terças (m)
- Vão das Terças - L (m)
- Tensão do Material - f_y (daN/cm²)
- Flecha Admissível, conforme valores da tabela 3.1 - $\bar{f}$

O dimensionamento será conforme os fluxogramas que seguem.

4.2.1 DIMENSIONAMENTO DA TENSÃO E DESLOCAMENTOS

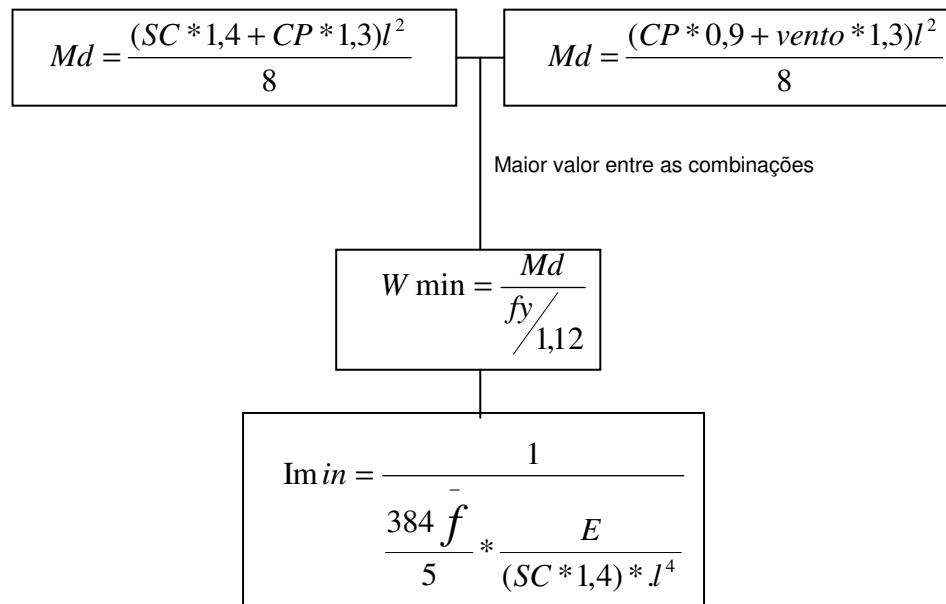


Figura 4.1 - Fluxograma Dimensionamento a Flexão e Deformação

A planilha compara os valores de Wmin e Imin. Na tabela de perfis, classificando pelo menor peso os que atende a esse dois quesitos.

Depois de escolhido o perfil verifica-se o cisalhamento (Fig. 4.2), e estabilidade lateral (Fig. 4.3).

d = altura do perfil

b = largura da aba

e = espessura

4.2.2 VERIFICAÇÃO DO ESFORÇO CORTANTE

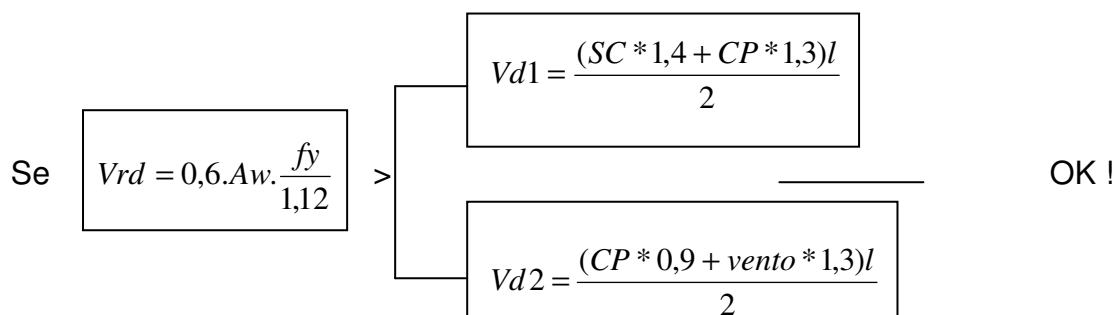


Figura 4.2 - Fluxograma de Verificação do Esforço Cortante

4.2.3 VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE LATERAL

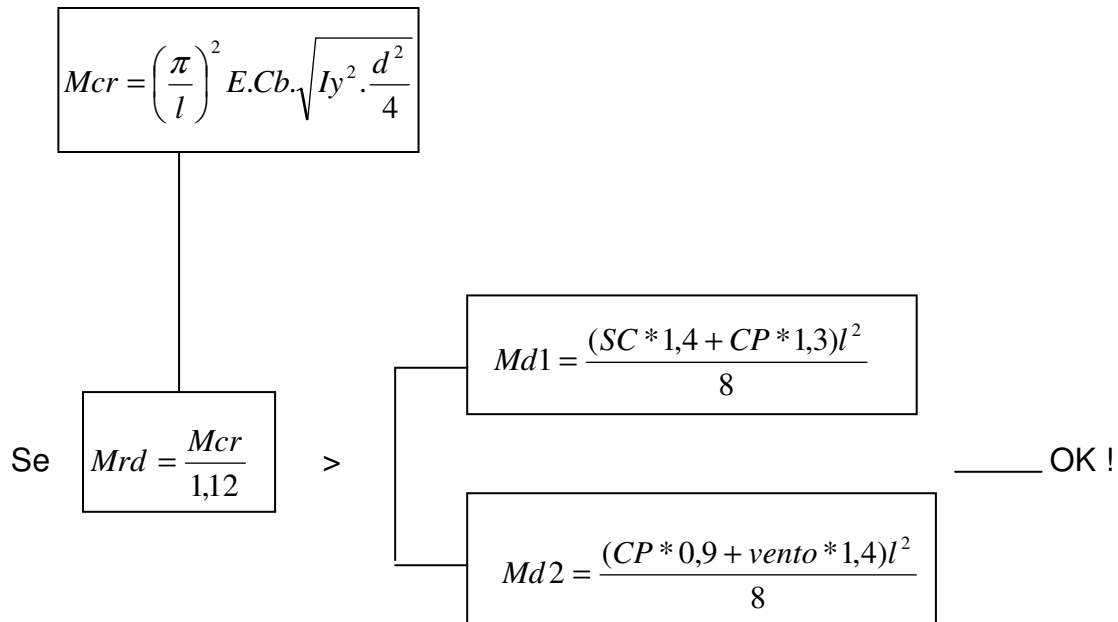


Figura 4.3 - Fluxograma de Verificação da Estabilidade Lateral

Se $M_{rd} < M_d$ - Verificar outro perfil ou aumentar o numero de Tirantes. A planilha verifica todos os perfis que são estáveis lateralmente, e apresenta em outra tela se for solicitado.

4.3 PERFIL SOLDADO “I” OU “H” DUPLAMENTE SIMETRICOS

Para dimensionamento de perfis soldados, não temos tabela de referencia para comparação de perfis, deve-se entrar com as dimensões do perfil (ex: altura do perfil, largura da base e espessuras), e a planilha calcula todas as características geométricas do perfil, tendo o resultado em função de percentual de utilização da peça, para cada tipo de esforço solicitante.

Alimentamos a planilha com os seguintes dados.

- Carregamentos

Sobrecarga	-	SC	(kgf/m ²)
Carga Permanente	-	CP	(kgf/m ²)

- Vão da viga - L (m)

- Comprimento destravado no plano da alma
- Tensão do material - f_y (kgf/cm²)
- Flecha Admissível, conforme valores da tabela 3.1 - $\bar{f}$

O dimensionamento será conforme os fluxogramas a seguir:

4.3.1 DIMENSIONAMENTO DA FLEXÃO E DESLOCAMENTOS

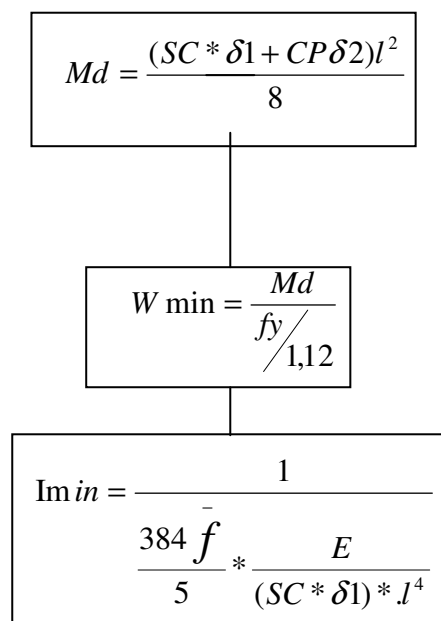


Figura 4.4 - Fluxograma de Verificação da Flexão e Deformação

A planilha verifica se os valores de W_{min} e I_{min} encontrados, são maiores o do perfil escolhido.

O usuário tem a liberdade para modificar a geometria do perfil, até que seja satisfatório.

Conforme vão se alterando as dimensões do perfil, a ferramenta verifica automaticamente suas características de calculo, como I_x , I_y , W_x , W_y , e peso do perfil.

Na tela de dimensionamento, no campo verificação, aparecerá um coeficiente de utilização da peça, esse coeficiente é encontrado a partir do W_{min} encontrado, dividido pelo W_{min} do perfil no caso da flexão. A relação entre os dois valores resulta em um coeficiente que não deve ultrapassar o valor 1.

Quanto mais próximo o coeficiente for do número 1, sem que seja maior que 1, mais próximo estaremos do limite de utilização da peça. Esta consideração vale para as outras verificações.

4.3.2 VERIFICAÇÃO DO ESFORÇO CORTANTE

Se
$$V_{rd} = 0,6 \cdot A_w \cdot \frac{f_y}{1,12} > V_{d2} = \frac{(CP * \delta_1 + SC * \delta_2)l}{2} \text{ ————— OK!}$$

Figura 4.5 - Fluxograma de Verificação da Cortante

4.3.3 VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE LATERAL

$$J = \frac{1}{3}(2b_f t_f^2 + h_0 t_0^3) \quad C_w = (h - t_f)^2 \frac{I_y}{4}$$

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{EI_y GJ + \frac{\pi^2}{l^2} EI_y E C_w}$$

Se
$$M_{rd} = M_{cr} * 0,9 > M_{d1} = \frac{(SC * \delta_1 + CP * \delta_2)l^2}{8} \text{ ————— OK !}$$

Figura 4.6 - Fluxograma de Verificação da Estabilidade lateral

Se $M_{rd} < M_d$ - Verificar outro perfil ou diminuir o comprimento destravado no plano da alma. Um fator determinante para a estabilidade lateral do perfil, é a largura da mesa e sua espessura.

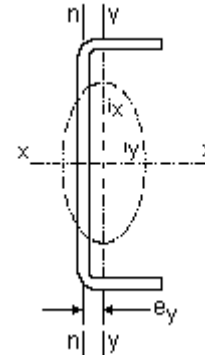
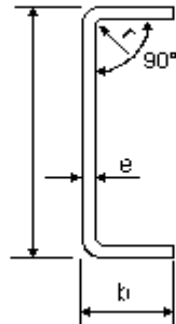
5 TABELAS

No módulo de dimensionamento de terças, temos a opção de usar vários tipos de perfis, de tal maneira que o usuário possa comparar os resultados, e escolher o perfil mais satisfatório.

Os perfis relacionados nas tabelas abaixo são perfis em chapa dobrada a frio sob prescrição do projeto de norma de revisão NB-143 (Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio), esta norma recomenda o uso de aços com qualificação estrutural e que possuam propriedades mecânicas adequadas para receber o trabalho a frio. Devem apresentar a relação entre a resistência à ruptura e a resistência ao escoamento f_u/f_y maior ou igual a 1,08 e o alongamento após ruptura não deve ser menor que 10% para base de medida igual a 50mm ou 7% para base de medida igual a 200mm, tomando-se como referência os ensaios de tração conforme ASTM A370 (NB-143).

PERFIL - “ U “ simples

Tabela 5.1 - Perfis U simples dobrados a frio



DIMENSÕES (mm)			S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	b	e = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
75	40	2,00	2,80	2,20	25,10	6,6	2,99	1,12	4,55	1,58	1,27
		2,25	3,32	2,61	29,43	7,8	2,97	1,14	5,37	1,88	1,27
		2,66	3,84	3,01	33,56	8,9	2,95	1,16	6,15	2,17	1,26
		3,04	4,35	3,41	37,49	9,9	2,93	1,18	6,91	2,45	1,26
		3,35	4,84	3,80	41,20	10,9	2,91	1,20	7,64	2,73	1,25
		3,75	5,32	4,17	44,71	11,9	2,89	1,22	8,34	3,00	1,25
		4,25	5,79	4,54	48,04	12,8	2,87	1,24	9,02	3,27	1,24
		4,76	6,48	5,09	52,75	14,0	2,85	1,27	10,00	3,66	1,24
100	40	2,00	3,27	2,57	49,01	9,8	3,86	0,97	4,99	1,65	1,23
		2,25	3,89	3,06	57,67	11,5	3,84	0,99	5,89	1,96	1,22
		2,66	4,51	3,54	65,99	13,1	3,82	1,01	6,76	2,26	1,22
		3,04	5,11	4,01	73,99	14,7	3,80	1,03	7,61	2,56	1,22
		3,35	5,69	4,47	81,61	16,3	3,78	1,04	8,43	2,85	1,21
		3,75	6,27	4,92	88,89	17,7	3,76	1,06	9,22	3,14	1,21
		4,25	6,83	5,36	95,85	19,1	3,74	1,08	9,98	3,42	1,20
		4,76	7,67	6,02	105,90	21,1	3,71	1,11	11,09	3,84	1,20
100	50	2,00	3,65	2,87	58,15	11,6	3,98	1,34	9,24	2,52	1,58
		2,25	4,35	3,41	68,55	13,7	3,96	1,36	10,94	3,00	1,58
		2,66	5,04	3,95	78,60	15,7	3,94	1,38	12,59	3,48	1,58
		3,04	5,71	4,48	88,29	17,6	3,92	1,40	14,20	3,94	1,57
		3,35	6,38	5,00	97,57	19,5	3,91	1,41	15,75	4,40	1,57
		3,75	7,03	5,52	106,50	21,2	3,89	1,43	17,27	4,84	1,56
		4,25	7,67	6,02	115,10	23,0	3,87	1,45	18,74	5,28	1,56

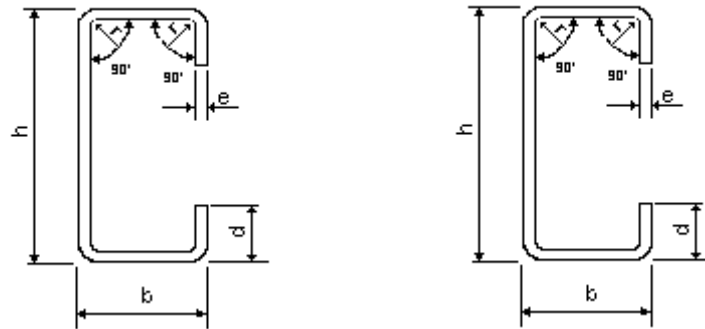
DIMENSÕES (mm)			S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	b	e = r	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm	cm	cm4	cm3	cm
4,76			8,63	6,77	127,50	25,4	3,84	1,48	20,39	5,94	1,55
6,30			10,59	8,31	151,30	30,2	3,78	1,58	25,17	7,29	1,54
100	60	3,75	8,17	6,42	129,40	25,8	3,98	2,17	29,95	7,21	1,91
4,75			10,02	7,87	154,90	30,9	3,93	2,12	36,25	8,83	1,90
6,30			11,79	9,26	177,90	35,5	3,88	2,06	42,11	10,39	1,88
100	80	4,75	12,02	9,44	200,10	40,0	4,08	3,09	80,32	15,29	2,58
6,30			14,19	11,14	231,00	46,2	4,03	3,04	93,75	18,04	2,57
125	50	2,00	4,17	3,27	101,30	15,9	4,92	1,19	9,94	2,61	1,54
2,25			4,97	3,90	119,60	18,8	4,90	1,20	11,78	3,10	1,53
2,66			5,76	4,52	137,50	21,6	4,88	1,22	13,57	3,59	1,53
3,04			6,53	5,13	154,80	24,3	4,86	1,24	15,32	4,08	1,53
3,35			7,30	5,73	171,50	27,0	4,84	1,26	17,02	4,55	1,52
3,75			8,05	6,32	187,60	29,5	4,82	1,27	18,67	5,02	1,52
4,25			8,80	6,91	203,10	31,9	4,80	1,29	20,28	5,47	1,51
4,76			9,91	7,78	255,90	35,5	4,77	1,32	22,66	6,16	1,51
6,30			12,09	9,49	260,00	41,6	4,63	1,46	27,27	7,56	1,50
150	50	2,00	4,60	3,61	149,90	19,9	5,70	1,08	10,42	2,65	1,50
2,25			5,49	4,31	177,40	23,6	5,68	1,10	12,35	3,17	1,49
2,66			6,37	5,00	204,10	27,2	5,65	1,12	14,24	3,67	1,49
3,04			7,23	5,68	230,10	30,6	5,63	1,13	16,08	4,16	1,49
3,35			8,09	6,35	255,30	34,0	5,61	1,15	17,87	4,65	1,48
3,75			8,93	7,01	279,70	37,2	5,59	1,17	19,62	5,12	1,48
4,25			9,76	7,66	303,30	40,4	5,57	1,19	21,32	5,59	1,47
4,76			11,01	8,64	338,00	45,0	5,54	1,21	23,84	6,30	1,47
6,30			13,59	10,67	406,50	54,2	5,46	1,36	28,91	7,75	1,45
8,00			17,49	13,73	501,60	66,8	5,35	1,25	36,23	9,96	1,43
150	70	4,75	13,52	10,61	457,00	60,9	5,81	2,34	64,34	12,69	2,18
200	50	2,00	5,55	4,36	299,30	29,9	7,33	0,91	11,20	2,74	1,41
2,25			6,63	5,20	354,90	35,4	7,31	0,93	13,28	3,26	1,41
2,66			7,70	6,04	409,30	40,9	7,28	0,95	15,32	3,78	1,41
3,04			8,75	6,87	462,40	46,2	7,26	0,96	17,31	4,29	1,40
3,35			9,80	7,69	514,10	51,4	7,24	0,98	19,26	4,79	1,40
3,75			10,83	8,50	564,50	56,1	7,21	1,00	21,16	5,29	1,39
4,25			11,85	9,30	613,60	61,3	7,19	1,01	23,01	5,77	1,39

DIMENSÕES (mm)			S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	b	e = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
	4,76		13,39	10,51	686,20	68,6	7,15	1,04	25,76	6,51	1,38
	6,30		16,59	13,02	831,60	83,1	7,08	1,18	31,32	8,02	1,37
	8,00		21,49	16,87	1039,10	103,9	6,95	1,07	39,46	10,34	1,35
200	70	4,75	16,02	12,58	905,60	90,5	7,51	2,13	70,37	13,20	2,09
	6,30		18,99	14,91	1057,50	105,7	7,46	2,08	82,53	15,62	2,08
	8,00		24,69	19,38	1334,10	133,4	7,35	1,97	105,14	20,25	2,06
200	80	4,75	17,02	13,36	1000,70	100,0	7,66	2,58	102,44	17,11	2,45
	6,30		20,19	15,85	1170,50	117,0	7,61	2,53	120,38	20,26	2,44
	8,00		26,29	20,64	1481,70	148,1	7,50	2,43	153,96	26,33	2,41
250	75	6,30	22,59	17,73	1910,70	152,8	9,19	2,10	106,98	18,36	2,17
250	90	6,30	24,39	19,15	2178,70	174,2	9,45	2,78	179,39	26,22	2,71
300	60	6,30	23,79	18,68	2600,80	173,3	10,45	1,31	58,66	12,01	1,57
300	80	6,30	26,19	20,56	3119,50	207,9	10,91	2,15	134,89	21,26	2,26
300	90	8,00	35,89	28,18	4334,60	288,9	10,98	2,48	243,15	34,96	2,60

FONTE - www.metalica.com.br

PERFIL - “ U “ enrijecido

Tabela 5.2 - Perfis U enrijecido dobrados a frio



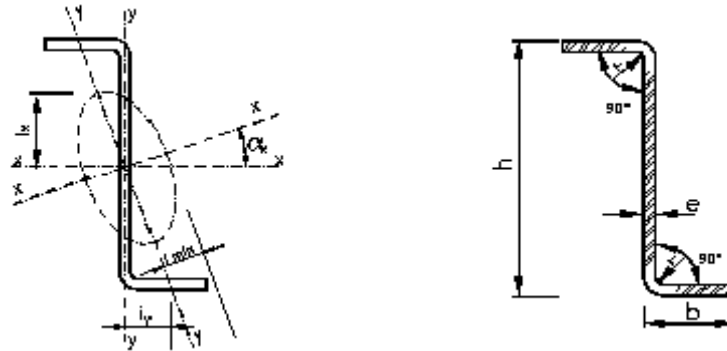
DIMENSÕES (mm)				S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	b	d	e =	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
75	40	15	2,00	3,23	2,54	28,46	7,59	2,97	1,50	7,43	2,97	1,52
			2,25	3,81	2,99	33,01	8,80	2,94	1,49	8,52	3,40	1,50
			2,66	4,37	3,43	37,25	9,93	2,92	1,49	9,50	3,78	1,48
			3,04	4,90	3,85	41,18	10,98	2,90	1,48	10,38	4,13	1,46
100	50	17	2,00	4,16	3,27	66,05	13,21	3,98	1,78	14,87	4,61	1,89
			2,25	4,93	3,87	77,21	15,44	3,96	1,77	17,21	5,33	1,87
			2,66	5,67	4,45	87,80	17,56	3,94	1,77	19,36	5,99	1,85
			3,04	6,39	5,02	97,83	19,57	3,91	1,76	21,35	6,59	1,83
			3,35	7,09	5,56	107,17	21,43	3,89	1,76	23,13	7,13	1,81
125	50	17	2,00	4,68	3,67	115,45	18,18	4,97	1,59	16,17	4,74	1,86
			2,25	5,54	4,35	135,33	21,31	4,94	1,59	18,71	5,48	1,84
			2,66	6,39	5,01	154,31	24,30	4,92	1,58	21,07	6,17	1,82
			3,04	7,21	5,66	172,40	27,15	4,89	1,58	23,24	6,79	1,80
			3,35	8,01	6,29	189,39	29,83	4,86	1,58	25,20	7,36	1,77
150	60	20	2,00	5,61	4,40	195,38	26,05	5,90	1,92	28,36	6,95	2,25
			2,25	6,66	5,23	229,93	30,66	5,88	1,91	33,03	8,08	2,23
			2,66	7,69	6,04	263,19	35,09	5,85	1,91	37,42	9,15	2,21
			3,04	8,70	6,83	295,19	39,36	5,82	1,91	41,53	10,14	2,18
			3,35	9,69	7,60	325,63	43,42	5,80	1,90	45,32	11,06	2,13
			3,75	10,65	8,36	354,67	47,29	5,77	1,90	48,83	11,90	2,14
			4,25	11,59	9,10	382,46	51,00	5,75	1,89	52,08	12,68	2,12

DIMENSÕES (mm)				S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	b	d	e =	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
			4,76	12,98	10,19	423,49	56,47	5,71	1,89	57,70	14,02	2,11
200	75	20	2,00	7,13	5,60	440,46	44,05	7,86	2,19	53,20	10,02	2,73
			2,25	8,48	6,66	520,49	52,05	7,83	2,19	62,25	11,72	2,71
200	75	25	2,66	10,08	7,92	614,20	61,42	7,80	2,32	77,80	15,02	2,78
			3,04	11,44	8,98	691,93	69,19	7,78	2,32	86,90	16,76	2,76
			3,35	12,76	10,02	766,84	76,68	7,75	2,31	95,46	18,40	2,73
			3,75	14,07	11,04	839,21	83,92	7,72	2,31	103,55	19,94	2,71
			4,25	15,35	12,05	909,31	90,93	7,70	2,30	111,20	21,40	2,69
			4,76	17,26	13,55	1012,80	101,28	7,66	2,30	123,17	23,67	2,67
250	85	25	2,00	8,65	6,79	821,83	65,75	9,75	2,42	84,18	13,85	3,12
			2,25	10,31	8,09	973,70	77,90	9,72	2,42	98,87	16,26	3,10
			2,66	11,95	9,38	1121,98	89,76	9,69	2,42	112,94	18,57	3,07
			3,04	13,56	10,65	1266,71	101,34	9,66	2,41	126,21	20,77	3,05
			3,35	15,16	11,90	1407,01	112,56	9,63	2,41	139,17	22,85	3,03
			3,75	16,73	13,13	1543,35	123,47	9,61	2,41	151,29	24,82	3,01
			4,25	18,27	14,35	1676,11	134,09	9,58	2,40	162,82	26,70	2,98
			4,76	20,59	16,17	1872,56	149,80	9,54	2,40	180,43	29,56	2,96
300	85	25	2,00	9,60	7,53	1262,60	84,17	11,47	2,19	88,82	14,09	3,04
			2,25	11,45	8,99	1497,48	99,83	11,44	2,19	104,33	16,54	3,02
			2,66	13,28	10,42	1727,29	115,15	11,41	2,19	119,19	18,88	3,00
			3,04	15,08	11,84	1952,07	130,14	11,38	2,19	133,41	21,13	2,97
			3,35	16,87	13,24	2170,56	144,70	11,34	2,18	146,88	23,25	2,95
			3,75	18,63	14,62	2383,42	158,89	11,31	2,18	159,68	25,26	2,93
			4,25	20,36	15,99	2591,18	172,75	11,28	2,18	171,87	27,18	2,91
			4,76	22,97	18,03	2899,00	193,27	11,23	2,17	190,41	30,09	2,88

FONTE - www.metalica.com.br

PERFIL - “ Z “ simples

Tabela 5.3 - Perfis Z simples dobrados a frio



DIMENSÕES (mm)			S	P	Jx	Wx	ix	Jy	Wy	iy
h	b	e = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
75	40	2,00	2,80	2,20	25,11	6,69	2,99	7,55	1,93	1,64
		2,25	3,33	2,61	29,43	7,85	2,97	8,92	2,30	1,64
		2,66	3,85	3,02	33,56	8,95	2,95	10,26	2,65	1,63
		3,04	4,35	3,42	37,50	10,00	2,94	11,55	3,00	1,63
		3,35	4,84	3,80	41,21	10,99	2,92	12,81	3,34	1,63
		3,75	5,32	4,18	44,72	11,92	2,90	14,02	3,68	1,62
		4,25	5,79	4,55	48,04	12,81	2,88	15,19	4,01	1,62
		4,76	6,49	5,09	53,34	14,22	2,87	17,48	4,65	1,64
100	40	2,00	3,28	2,57	49,02	9,80	3,87	7,55	1,93	1,52
		2,25	3,90	3,06	57,67	11,53	3,85	8,93	2,30	1,51
		2,66	4,51	3,54	66,00	13,20	3,83	10,26	2,65	1,51
		3,04	5,11	4,01	74,00	14,80	3,81	11,56	3,00	1,50
		3,35	5,70	4,47	81,62	16,32	3,78	12,81	3,35	1,50
		3,75	6,27	4,92	88,90	17,78	3,76	14,03	3,68	1,50
		4,25	6,84	5,37	95,86	19,17	3,74	15,20	4,01	1,49
		4,76	7,68	6,03	106,45	21,29	3,72	17,50	4,65	1,51
100	50	2,00	3,66	2,87	58,16	11,63	3,99	14,95	3,05	2,02
		2,25	4,36	3,42	68,56	13,71	3,97	17,74	3,63	2,02
		2,66	5,04	3,96	78,60	15,72	3,95	20,45	4,20	2,01
		3,04	5,72	4,49	88,29	17,66	3,93	23,10	4,77	2,01
		3,35	6,38	5,01	97,58	19,52	3,91	25,69	5,32	2,01

DIMENSÕES (mm)			S	P	Jx	Wx	ix	Jy	Wy	iy
h	b	e = r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
		3,75	7,03	5,52	106,49	21,30	3,89	28,21	5,86	2,00
		4,25	7,67	6,02	115,06	23,01	3,87	30,67	6,40	2,00
		4,76	8,63	6,78	128,05	25,61	3,85	34,87	7,32	2,01
125 2,00	50		4,17	3,28	101,26	15,95	4,93	14,95	3,05	1,89
		2,25	4,97	3,90	119,64	18,84	4,91	17,74	3,63	1,89
		2,66	5,76	4,52	137,48	21,65	4,89	20,46	4,20	1,88
		3,04	6,54	5,13	154,79	24,38	4,87	23,11	4,77	1,88
		3,35	7,31	5,73	171,46	27,00	4,84	25,70	5,32	1,88
		3,75	8,06	6,33	187,56	29,54	4,82	28,22	5,87	1,87
		4,25	8,80	6,91	203,14	31,99	4,80	30,68	6,40	1,87
		4,76	9,92	7,78	226,45	35,66	4,78	34,90	7,33	1,88
150 2,25	50		5,50	4,31	177,36	23,65	5,68	17,74	3,63	1,80
		2,66	6,37	5,00	204,10	27,21	5,66	20,46	4,20	1,79
		3,04	7,24	5,68	230,12	30,68	5,64	23,12	4,77	1,79
		3,35	8,09	6,35	255,28	34,04	5,62	25,71	5,32	1,78
		3,75	8,93	7,01	279,65	37,29	5,60	28,23	5,87	1,78
		4,25	9,76	7,66	303,32	40,44	5,57	30,70	6,41	1,77
		4,76	11,01	8,64	338,59	45,15	5,55	34,92	7,33	1,78
200 2,25	50		6,64	5,21	354,87	35,49	7,31	17,75	3,63	1,64
		2,66	7,70	6,05	409,25	40,93	7,29	20,47	4,21	1,63
		3,04	8,76	6,88	462,43	46,24	7,27	23,13	4,77	1,63
		3,35	9,80	7,69	514,12	51,41	7,24	25,72	5,33	1,62
		3,75	10,83	8,50	564,48	56,45	7,22	28,26	5,87	1,62
		4,25	11,85	9,31	613,63	61,36	7,19	30,73	6,41	1,61
		4,76	13,39	10,51	686,76	68,68	7,16	34,96	7,34	1,62

FONTE - www.metalica.com.br

6 EXEMPLOS DE DIMENSIONAMENTO

6.1 ENTRADA DE DADOS

Para o dimensionamento, é necessário que o usuário entre com os seguintes dados:
Tensão admissível do aço, carregamentos, e distancia entre apoios.
Após o preenchimento dos valores, deve ser pressionado o botão calcular.

6.2 ESCOLHA DO PERFIL A SER UTILIZADO

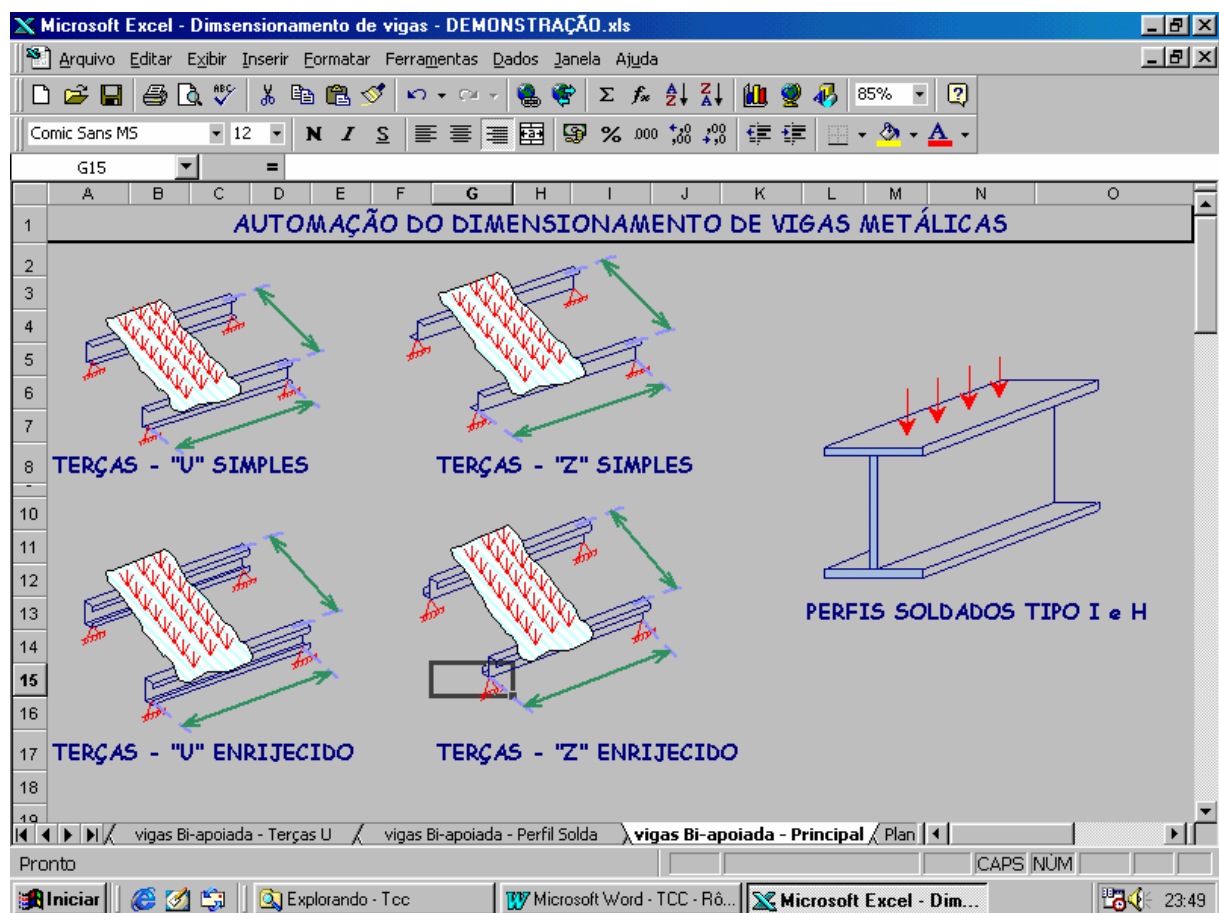


Figura 6.1 - Tela de abertura do programa

6.2.1 PERFIL "U" ENRIJECIDO

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Comic Sans MS 11

K15 = (((((06+010)/100))*((G15*100)^2))/8)^-1

Dimensionamento de Terças Bi-apoiada em Perfil "U" enrijecido

Material ⇒ **MF-250** ⇒ **2530** daN/cm² Numero de Tirantes por Vão = **1**

E (Modulo de Elasticidade) ⇒ **2E+06** daN/cm²

Vento = **75,00** daN/m² ⇒ **-150** daN/m

SC = **25,00** daN/m² ⇒ **50** daN/m

CP (telha+terça+tirante) = **13,00** daN/m² ⇒ **26** daN/m

Carregamento

2,00 m

6,00 m

L = 6,00 m

Combinações	Md (daN/cm)	Vd (daN)	I (min.)	W (min.)	Tensões
CP + SC	34200,00	228,00			OK
CP + Vento	55800,00	372,00	123,48	24,70	OK

O perfil está OK !

flecha admissivel = L / **180**

Perfis em Chapa Dobrada "U E" UE 150 X 60 X 20 X 2,00 ⇒ **4,40** kg/m

Verificar Instabilidade Lateral

Calcula

Voltar

Pronto

Iniciar Explorando - Tcc Microsoft Word - TCC - Rô... Microsoft Excel - Dim... 23:57

Figura 6.2 - Tela dimensionamento perfil "UE"

6.2.2 PERFIL "U" SIMPLES

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Comic Sans MS 11

J3 = 2530

Dimensionamento de Terças Bi-apoiada em Perfil "U"

Material $\Rightarrow$ Aço 250 $\Rightarrow$ 2530 daN/cm² Numero de Tirantes por Vão = 2

E (Modulo de Elasticidade) $\Rightarrow$ 2E+06 daN/cm²

Vento = 75,00 daN/m² $\Rightarrow$ -175,5 daN/m

SC = 25,00 daN/m² $\Rightarrow$ 45 daN/m

CP (telha+terça+tirante) = 13,00 daN/m² $\Rightarrow$ 23,4 daN/m

Carregamento

1,80 m

L = 6,00 m

Combinações	Md (daN/cm)	Vd (daN)	I (min.)	W (min.)	Tensões
CP + SC	30780,00	205,20			OK
CP + Vento	68445,00	456,30	111,13	30,30	OK

flecha admissivel = L / 180

Verifique instabilidade lateral, ou aumente o numero de tirantes !

Perfis em Chapa Dobrada "U" U 150 X 50 X 2,25 $\Rightarrow$ 4,31 kg/m

Verificar Instabilidade Lateral

Calcula

Voltar

Estabilidade Lateral **Instavel Lateralmente**

Pronto

Iniciar Explorando - Tcc Microsoft Word - TCC - Rô... Microsoft Excel - Dim... 00:04

Figura 6.3 - Tela dimensionamento perfil "U"

6.2.3 VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE LATERAL

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 12 N I S

B1 = Relação de Perfis que Verificam a Estabilidade Lateral

Relação de Perfis que Verificam a Estabilidade Lateral

Perfil	h (mm)	b (mm)	e (mm)	Peso (kgm)
U	200	70	4,75	12,58
U	200	80	4,75	13,36
U	200	70	6,3	14,91
U	200	80	6,3	15,85
U	250	75	6,3	17,73
U	300	60	6,3	18,68
U	250	90	6,3	19,15
U	200	70	8	19,38
U	300	80	6,3	20,56
U	200	80	8	20,64
U	300	90	8	28,18

Voltar

Desenhar AutoFormas

Pronto

Microsoft Excel - Dim... TCC - Rômulo - RA 32500... 18:03

Figura 6.4 - Lista de Perfis que são estaveis lateralmente

6.2.4 PERFIL “Z” SIMPLES

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10

G9

Dimensionamento de Terças Bi-apoiada em Perfil "Z"

Material $\Rightarrow$ A99-250 $\Rightarrow$ 2530 daN/cm² Numero de Tirantes por Vão = 2

E (Modulo de Elasticidade) $\Rightarrow$ 2E+06 daN/cm²

Vento = 75,00 daN/m² $\Rightarrow$ -175,5 daN/m

SC = 25,00 daN/m² $\Rightarrow$ 45 daN/m

CP (telha+terga+tirante) = 13,00 daN/m² $\Rightarrow$ 23,4 daN/m

Carregamento

Diagrama de uma viga bi-apoiada com perfil Z, sob carga distribuída. Dimensões: L = 6,00 m, flecha admissível = 180 mm.

Combinações	Md (daNcm)	Vd (daN)
CP + SC	30780,00	205,20
CP + Vento	68445,00	456,30

I (min.) 111,13 W (min.) 30,30

Tensões OK

Flecha OK

Cisalhamento OK

Estabilidade Lateral OK

O perfil está OK!

flecha admissível = L / 180

Perfis em Chapa Dobrada "Z" Z 150 X 50 X 2,66 $\Rightarrow$ kg/m 5

Verificar Instabilidade Lateral

Calcula

Voltar

Pronto

Iniciar Explorando - Tcc Microsoft Word - TCC - Rô... Microsoft Excel - Dim... 00:14

Figura 6.5 - Tela dimensionamento de Terças tipo “Z”

6.2.6 PERFIL “Z” ENRIJECIDO

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Comic Sans MS 16

A1 = Dimensionamento de Terças Bi-apoiada em Perfil "Z" enrijecido

Dimensionamento de Terças Bi-apoiada em Perfil "Z" enrijecido

Material $\Rightarrow$ A99-250 $\Rightarrow$ 2530 daN/cm² Numero de Tirantes por Vão = 1

E (Modulo de Elasticidade) $\Rightarrow$ 2E+06 daN/cm²

Vento = 75,00 daN/m² $\Rightarrow$ -195 daN/m

SC = 25,00 daN/m² $\Rightarrow$ 50 daN/m

CP (telha+terça+tirante) = 13,00 daN/m² $\Rightarrow$ 26 daN/m

Carregamento

2,00 m

L = 6,00 m

Combinações	Md (daN/cm)	Vd (daN)	l (min.)	W (min.)	Tensões
CP + SC	34200,00	228,00			OK
CP + Vento	76050,00	507,00	123,48	33,67	OK

flecha admissivel = L / 180

O perfil está OK !

Verificar Instabilidade Lateral

Perfis em Chapa Dobrada "Z E" ZE 300 X 85 X 25 X 2,00 $\Rightarrow$ 7,53

Calcula

Voltar

Flambagem Lateral ZE vigas Bi-apoiada - Terças ZE Flambagem Lateral Z vigas Bi-apoiada

Pronto

Iniciar Explorando - Tcc Microsoft Word - TCC - Rô... Microsoft Excel - Dim... 00:17

Figura 6.6 - Tela dimensionamento perfil "ZE"

6.2.7 PERFIL SOLDADO TIPO “I” e “H”

Microsoft Excel - Dimensionamento de vigas - DEMONSTRAÇÃO.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Comic Sans MS 11

33 = 2500

Dimensionamento de Vigas Metálicas Bi-apoiada Contida Lateralmente

Material $\Rightarrow$ MR 250 (A-36) $\Rightarrow$ 2500 daN/cm²

E (Modulo de Elasticidade $\Rightarrow$ 2E+06 daN/cm²)

Sobrecarga

Carga Permanente

SC = 1,00 tf/m $\Rightarrow$ 10,00 daN/cm

CP = 0,70 tf/m $\Rightarrow$ 7,00 daN/cm

Coeficiente de Majoração

Voltar

$L = 12,00$ m

Comprimento Desativado = 6,00

Flecha admissivel = L/ 360

Entre com as Dimensões do Perfil

	H	Bf	tf	tw
Perfil Soldado	550	250	12,50	6,30

Peso Perfil 75,0 kg/m

$I_{min} = 39512,20$ cm⁴

$W_{min} = 1912,68$ cm³

$M_d = 4.158.000$ daN x cm

$V_d = 6.930$ daN

VERIFICAÇÕES

Tensões 1,00 **OK!**

Flecha 0,75 **OK!**

Cisalhamento 0,10 **OK!**

Estabilidade Lateral 1,50 **NÃO VERIFICA !**

vigas Bi-apoiada - Terças U vigas Bi-apoiada - Perfil Solda vigas Bi-apoiada - Principal Plan

Pronto

Iniciar Explorando - Tcc Microsoft Word - TCC - Rô... Microsoft Excel - Dim... 00:23

Figura 6.7 - Tela dimensionamento perfil soldado

7 CONCLUSÃO

Conforme resultados apresentados, pode-se observar que a ferramenta construída atende os requisitos de dimensionamento, conforme especificado pela NBR 8800/86.

Além de otimizar o trabalho, executado-o com mais agilidade, e de tal forma a verificar varias hipóteses, podendo confrontalas, tendo assim a melhor solução a ser executada.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pfeil, Valter - Michèle Pfeil

Estruturas de Aços – Dimensionamento Prático - 7ª Edição

LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. , Rio de Janeiro, 2000.

NBR 8800 / 86 Projeto e Execução de Estruturas de Aço

ABNT

Projeto de Revisão da NB-143
Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a
Frio

Galpões para Uso Gerais, volume 1
Manual Técnico Cosipa, outubro de 2003